

**DE 196 52 831 A 1**



② Aktenzeichen: 196 52 831.3  
 ② Anmeldetag: 18. 12. 96  
 ④ Offenlegungstag: 25. 6. 98

F 04 B 23/04  
F 04 B 53/08  
F 02 M 59/12  
F 04 B 53/10  
F 04 B 1/04  
// F04B 1/04

**(71) Anmelder:**  
Mannesmann Rexroth GmbH, 97816 Lohr, DE

**(74) Vertreter:**  
Kuhnen, Wacker & Partner, Patent- und  
Rechtsanwälte, 85354 Freising

**(72) Erfinder:**  
Arnold, Bernhard, 97849 Roden, DE; Eisenbacher,  
Egon, 97753 Karlstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	8 25 951
DE-PS	8 21 763
DE	44 14 400 A1
DE	44 01 083 A1
DE	44 01 074 A1
DE	42 16 877 A1
DE	41 26 640 A1
DE	40 38 613 A1
DE-GM	69 16 880
DE	195 40 549
US	49 68 220
EP	06 78 668 A2
EP	02 99 337 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Druckfluid-Speisesystem für die Versorgung von Hochdruck-Sammelleitungen

57) Beschrieben wird ein Druckfluid-Speisesystem, insbesondere für die Versorgung von Hochdruck-Sammelleitungen (Common-Rail-Systeme) wie z. B. von Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen, wobei eine von einer Niederdruck-Speisepumpe versorgte Hochdruckstufe vorgesehen ist. Die Überschuß-Druckfluidmenge der Hochdruckstufe wird mittels einer Leckage- und/oder Druckbegrenzungseinrichtung in eine Rückströmleitung abgedrosselt. Gleichzeitig wird das Pumpentriebwerk in einen Kühlölstrom einbezogen. Zur energetischen Optimierung des Druckfluid-Speisesystems wird die Rückströmleitung und/oder der vom Pumpentriebwerk abströmende Kühlölstrom zumindest teilweise in die Saugseite der Hochdruckpumpe stromab der Niederdruck-Speisepumpe eingespeist. Es ergibt sich eine wesentlich geringere Wärmebelastung des Kraftstoffsystems und gleichzeitig eine schnellere Erwärmung des Hochdrucksystems bei niedrigen Außentemperaturen.

**DE 196 52 831 A 1**

**DE 196 52 831 A 1**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Druckfluid-Speisesystem, insbesondere für die Versorgung von Hochdruck-Sammelleitungen (Common-Rail-Systeme) wie z. B. von Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Druckfluid-Speisesystem ist z. B. aus der DE 41 26 640 A1 bekannt. Zu der Einspritzanlage gehören darüber hinaus in der Regel eine Reihe von vorzugsweise elektromagnetisch betätigbaren Einspritzdüsen, die entsprechend dem momentanen Betriebsmodus und dem vorliegenden Belastungsprofil der Brennkraftmaschine ansteuerbar sind. Der Systemdruck in der gemeinsamen Hochdruck-Sammelleitung (Common-Rail) wird durch ein in das Pumpengehäuse integriertes, vorzugsweise elektrisch einstellbares Druckbegrenzungsventil (DBE-Ventil) eingestellt, wobei die Überschuß-Druckfluidmenge über dieses DBE-Ventil über eine Rückströmleitung zum Tank abgedrosselt wird. Während die Niederdruck-Speispumpe, die meist von einer Flügelzellen- oder einer Rollenzellenpumpe gebildet ist, lediglich einer geringen mechanischen und thermischen Belastung ausgesetzt ist, unterliegt die Pumpe der Hochdruckstufe regelmäßig einer sehr hohen mechanischen und damit auch thermischen Belastung. Bei dem Druckfluid-Speisesystem gemäß DE 41 26 640 A1 ist deshalb vorgesehen, daß diejenigen Bereiche der Pumpen-Hauptstufe, die einer erhöhten thermischen und/oder mechanischen Belastung unterliegen, in einen Kühlölstrom einbezogen sind, der von der Überschuß-Fluidmenge der Niederdruck-Speispumpe abgeleitet und zum Tank geführt wird.

Ein ähnliches Druckfluid-Speisesystem ist aus der DE 44 01 074 A1 bekannt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Fig. 6 näher beschrieben:

Fig. 6 zeigt einen schematischen Schnitt des Gehäuses der Hochdruckstufe des Druckfluid-Speisesystems. Die Niederdruck-Speispumpe ist mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnet. Sie ist beispielsweise als Flügelzellenpumpe oder Rollenzellenpumpe ausgebildet und kann von einem Elektromotor 11 angetrieben werden. Das Bezugszeichen 12 bezeichnet einen Kraftstoffvorratsbehälter des Kraftfahrzeugs, aus dem eine Niederdruck-Speispumpe 10 Kraftstoff, vorzugsweise Benzin oder Diesel-Kraftstoff, ansaugt und diesen über eine Leitung 13 zu einem Anschlußstutzen 14 einer Hochdruckpumpe 15 fördert, die als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist und unmittelbar an der Brennkraftmaschine, d. h. am Verbrennungsmotor angeordnet ist und von diesem angetrieben wird.

Die Hochdruckpumpe besitzt mehrere im gleichmäßigen Winkelabstand sternförmig in einem Pumpengehäuse 20 angeordnete Zylinder 21 mit den Mittelachsen 22. Ein zentraler, topfartiger Innenraum 23 des Pumpengehäuses 20 ist durch einen Stopfen 24 verschlossen. In einer Bohrung 25 des Stopfens 24 und in einem sich in den Innenraum 23 öffnenden Sackloch 27 des Pumpengehäuses 20 ist eine mit der nicht näher dargestellten Brennkraftmaschine gekoppelte Pumpenwelle 28 an zwei voneinander beabstandeten Lagerabschnitten 29 und 30 gelagert. Zwischen den beiden Lagerabschnitten 29 und 30 weist die Pumpenwelle 28 einen von dem Innenraum 23 aufgenommenen Exzenterabschnitt 35 auf, der von einem Zylinder gebildet ist, dessen Achse 36 um das Exzentrizitätsmaß E zur Achse 37 der Pumpenwelle 28 versetzt ist. Auf dem Exzenterabschnitt 35 ist ein Hubring 39 drehbar gelagert, der außenseitig mit einer entsprechenden Anzahl von Abflachungen 40 versehen ist, die sämtlich den gleichen Abstand von der Achse 36 des Exzenterabschnitts 35 haben, mit gleichen Winkelabständen über die Außenfläche des Hubrings 39 verteilt sind, und die senkrecht

zu den einzelnen Zylinderachsen 22 ausgerichtet und den betreffenden Zylindern 21 zugeordnet sind. Bei drei im Winkelabstand von 120° sternförmig im Pumpengehäuse 20 angeordneten Zylindern 21 schließen jeweils benachbarte Abflachungen miteinander einen Winkel von 60° ein.

Jeder Zylinder 21 besitzt zentral eine Zylinderbohrung 41 mit der Achse 22 und nimmt in dieser passungsgenau einen Pumpenkolben 42 auf, der nach innen über den Zylinder 21 vorsteht. An dem vorstehenden Abschnitt ist an jedem Pumpenkolben 42 ein Gleitschuh 43 befestigt, der von einer Kolbenfeder 44, welche zwischen dem Gleitschuh 43 und einer äußeren Schulter des Zylinders 21 eingespannt ist, gegen eine der Abflachungen 40 gedrückt wird.

Wenn sich die Pumpenwelle 28 dreht, behält der Hubring 39 aufgrund der unter der Kraft der Kolbenfedern 44 auf den Abflachungen 40 aufliegenden Gleitschuhe 43 seine Ausrichtung bei. Allerdings kreist seine Achse 36 um die Achse 37 der Pumpenwelle 28. Die einzelnen Abflachungen 40 werden dadurch ebenfalls auf einer Kreisbahn parallel zu sich selbst verschoben und bewirken dadurch im Zusammenspiel mit den Kolbenfedern 44 eine hin- und hergehende Bewegung der einzelnen Pumpenkolben 42 in den Zylinderbohrungen 41. Die dem Hubring 39 abgewandte Stirnseite eines Pumpenkolbens 42 begrenzt einen Verdrängerraum 45 im Zylinder 21, dessen Volumen sich mit der Bewegung des Pumpenkolbens 42 ändert. Bei einer Bewegung des Pumpenkolbens 42 radial nach innen und sich vergrößerndem Verdrängerraum 45 wird somit in diesen Kraftstoff angesaugt. Während des diesem Saughub folgenden Druckhubs des Pumpenkolbens 42 wird der Kraftstoff unter Druck aus dem Verdrängerraum verdrängt.

Um diese Vorgänge zu steuern, sind für jeden Zylinder 21 ein Saugventil 50 und ein Druckventil 51 vorgesehen, die beide nach Art eines Rückschlagventils arbeiten. Die Ventilsitze der beiden Ventile 50 und 51 sind beispielsweise an einer einzigen Ventilplatte 52 ausgebildet, die zwischen einer dem Zylinder 21 zugewandten Innenseite eines Zylinderkopfs 53 und der dem Zylinderkopf 53 zugewandten Rückseite des Zylinders 21 eingeklemmt ist. Der Zylinderkopf 53 hält den Zylinder 21 im Pumpengehäuse 20 und ist mit letzterem außerhalb des Zylinders 21 verschraubt.

Zum Saugventil 50 eines Zylinders 21 gelangt Kraftstoff über einen Kanal 54 im entsprechenden Zylinderkopf 53 und einen im Bereich des Stopfens 24 in den Innenraum 23 mündenden radialen Kanal 55 des Pumpengehäuses 20. Insgesamt sind eine der Anzahl der Zylinder 21 entsprechende Zahl von Kanälen 55 im Pumpengehäuse 20 vorhanden. In der selben Ebene wie die Kanäle 55 befindet sich eine Ringnut 56 außen am Stopfen 24, über die die Kanäle 55 mit einem Kanal 57 des Gehäuses 20 verbunden sind, welcher radial in eine Bohrung 58 des Gehäuses 20 mündet, die von außen radial in den Innenraum 23 führt und in die der Anschlußstutzen 14 eingesetzt ist. Über das Druckventil 51 wird Kraftstoff über einen Kanal 59 in jeden Zylinderkopf 53 und einen Kanal 60 im Gehäuse 20, welcher mit einer zentralen axialen Ausnehmung 61 im Pumpengehäuse 20 verbunden ist, einem Druckanschluß 62 zugeführt, der von einem der drei Kanäle 60 ausgeht. In die zentrale Ausnehmung 61 ist ein Druckbegrenzungsventil 63 eingesetzt, das elektromagnetisch verstellbar ist und mit dem im Druckanschluß 62 ein bestimmter Druck eingestellt werden kann. Über das Druckbegrenzungsventil 63 (DBE-Ventil) abströmender Kraftstoff gelangt über eine an einen Stutzen 64 angeschlossene Rücklaufleitung 65 zum Kraftstoffvorratsbehälter 12 zurück.

Um dafür zu sorgen, daß bei einem Defekt an der Niederdruck-Speispumpe oder an einer Einspritzdüse Folgeschäden am System selbst oder an der Brennkraftmaschine weit-

gehend vermieden werden, ist beim Druckfluid-Speisesystem gemäß Fig. 6 in der Verbindung zwischen der Niederdruck-Speisepumpe und der Hochdruckpumpe ein Wegeventil angeordnet, mit dem die Verbindung bei einem Defekt abgesperrt werden kann. Im einzelnen dient – wie aus der Fig. 6 ersichtlich – die Gehäusebohrung 58 zwischen dem Anschlußstutzen 14 und einer unmittelbar an ihrer Mündung in dem Innenraum 23 sitzenden Abstützplatte 70 als Ventilbohrung eines Wegeventils 71 und nimmt verschieblich ein als Steuerkolben 75 ausgebildetes Ventilielglied des Wegeventils 71 auf. Das Pumpengehäuse 20 ist also zugleich auch das Gehäuse des Wegeventils 71. Mit diesem kann die Verbindung zwischen dem Kanal 57 des Pumpengehäuses 20 und dem Anschlußstutzen 14 abgesperrt werden. Dazu ist zwischen dem Steuerkolben 72 und der Abstützplatte 70 eine Schraubendruckfeder 73 eingespannt, die den Steuerkolben 72 in Richtung auf die sich in der Bohrung 58 befindliche Stirnseite des Anschlußstutzens 14 zu in Schließrichtung belastet. In Öffnungsrichtung des Wegeventils 71 wirkt auf den Steuerkolben 72 der in der Leitung 13 und im Anschlußstutzen 14 herrschende Druck, im Normalfall also der Speisedruck. Die Kraft der Schraubendruckfeder 73 ist verhältnismäßig klein, so daß der Steuerkolben 72 durch den Speisedruck gegen die Kraft der Schraubendruckfeder 73 in Richtung auf die Abstützplatte 70 zu verschoben werden kann. Wenn also im Anschlußstutzen 14 Speisedruck herrscht, so ist der Kanal 57 zur Bohrung 58 offen. Das Wegeventil 71 ist geöffnet. Unterschreitet der Druck im Anschlußstutzen 14 jedoch einen bestimmten Wert, so schiebt die Schraubendruckfeder 73 den Steuerkolben 72 gegen den Anschlußstutzen 14, und der Kanal 57 ist zur Leitung 13 abgesperrt. Das Wegeventil 71 ist geschlossen.

Aus Fig. 6 ist noch ersichtlich, daß die Bohrung 58 und die Abstützplatte 70 in den Bereich des Stopfens 24 hineinreichen, durch den also die Abstützplatte 70 verliersicher in der Bohrung 58 gehalten wird.

Sowohl die Abstützplatte 70 als auch der Steuerkolben 72 besitzen eine durchgehende Axialbohrung 74 bzw. 75, die im Steuerkolben 72 eine Drosselstelle 76 aufweist. Aus dem Anschlußstutzen 14 kann also Kraftstoff über die Drosselstelle 76 in den Innenraum 23 gelangen. Selbst wenn die Schraubendruckfeder 73 bis auf Block zusammengedrückt ist, wird der Fluß des Kraftstoffs nicht behindert, da sich die Drosselstelle 76 und die Axialbohrung 74 in der Abstützplatte 70 innerhalb der Windungen der Schraubendruckfeder bedingen. Der Innenraum 23 ist über eine gestrichelt dargestellte Gehäusebohrung 77 mit der Abströmseite des Druckbegrenzungsventils 63, also mit der Rücklaufleitung 65 verbunden, so daß bei fördernder Niederdruck-Speisepumpe 10 ein dauernder Flüssigkeitsstrom durch den Innenraum 23 aufrechterhalten wird, und der Druck auf der der Abstützplatte 70 abgewandten Seite des Steuerkolbens 72 niedriger als der Speisedruck ist. Die Summe der Federkraft und der von dem niedrigeren Druck erzeugten Kraft sind kleiner als die vom Speisedruck erzeugte und auf den Steuerkolben 72 wirkende Kraft.

Das aus der Axialbohrung 76 abströmende Fluid kann – in Übereinstimmung mit der Ausgestaltung der Pumpenanordnung gemäß DE 41 26 640 A1 – auch gezielt in einem zusätzlichen Spülstrom so geführt werden, daß die mechanisch und/oder thermisch besonders hoch beanspruchten Bereiche der Hochdruckpumpe in den Ablauf-Strömungspfad des vorgeforderten Überschuß-Druckfluids einbezogen werden. Dieser verläuft dann vorzugsweise in axialer Richtung von der einen Seite des Gehäuses zum anderen Ende. Es werden somit vorzugsweise die Lager der Pumpenwelle, der Exzenterabschnitt 35, das Lager des Hubrings 39 sowie

die Abflachungen 40 in den Kühlstrom einbezogen, der am Boden des Sacklochs 27 zusammengeführt ist und von dort über einen Radialkanal 81 und einen Stichkanal 82 zu einem Sammelraum 83 führt, welcher über den Stutzen 64 zum Tank angeschlossen ist.

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich somit, daß im normalen Betrieb, wenn die Niederdruck-Speisepumpe Kraftstoff fördert, das Wegeventil 71 offen ist. Kraftstoff kann über den Kanal 57, die Ringnut 56 und die Kanäle 55 und 54 zu den Saugventilen 50 der Zylinder 21 gelangen. Während des Saughubs der Pumpenkolben 22 strömt Kraftstoff in die sich vergrößernden Verdrängerräume 45. Während des Druckhubs wird der Kraftstoff durch das Druckventil 51 in die Kanäle 49 und 60 sowie in die Ausnehmung 61 und den Druckanschluß 62 verdrängt. Von der Brennkraftmaschine nicht benötigter Kraftstoff strömt über das Druckbegrenzungsventil 63 zum Vorratsbehälter 12 zurück.

Die Fördermenge der Niederdruck-Speisepumpe ist größer als die maximale Fördermenge der Hochdruckpumpe, so daß immer eine Überschußmenge vorhanden ist, die durch die Drosselstelle 76 des Steuerkolbens 72 des Wegeventils 71 in die vorstehend beschriebene Kühlstrecke und in den Innenraum 23 strömt und von dort über die Bohrung 77 und die Leitung 65 ebenfalls zum Kraftstoffvorratsbehälter 12 zurückfließt. Dabei führt sie Wärme aus der Hochdruckpumpe 15 ab.

Bei einem Defekt an der Niederdruck-Speisepumpe 10 sinkt der Speisedruck, so daß das Wegeventil 71 schließt und den Kanal 57 sowohl zur Niederdruck-Speisepumpe 10 als auch zum Innenraum 23 hin absperrt. Die Hochdruckpumpe kann nur noch den Teil des Saugtrakts zwischen dem Wegeventil 71 und den Saugventilen 50 leersaugen. Dann ist die Gefahr gering, daß aus der betätigten Niederdruck-Speisepumpe 10 oder aus dem Innenraum 23 Feststoffpartikel in die Zylinder 21, zum Druckbegrenzungsventil 63 oder zu den Einspritzdüsen der Brennkraftmaschinen gelangen und diese Teile beschädigen.

Wird andererseits z. B. ein Fehler an einer Einspritzdüse festgestellt, so wird der Elektromotor 11 der Niederdruck-Speisepumpe 10 abgeschaltet. Nach dem dadurch bedingten Abfall des Drucks im Anschlußstutzen 14 schließt das Wegeventil 71, so daß wiederum nach kürzester Zeit die Kraftstoffzufuhr zur Brennkraftmaschine unterbrochen ist und größere Schäden vermieden werden.

Diese bekannten Druckfluid-Speisesysteme für Common-Rail-Anlagen arbeiten somit sehr betriebssicher. Allerdings stellt sich mitunter das Problem einer übermäßigen Aufheizung des Kraftstoffs. Dies erfordert wiederum die Verwendung aufwendiger Kühlsysteme, die nicht nur teuer sind, sondern den energetischen Wirkungsgrad der Pumpenanordnung verschlechtern.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Druckfluid-Speisesystem der eingangs beschriebenen Art derart weiterzubilden, daß mit geringem, vorrichtungstechnischen Aufwand der energetische Wirkungsgrad weiter verbessert wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird das durch das Abdrosseln oder durch das Kühlen des Pumpenaggregats thermisch belastete Druckfluid nicht mehr wie bislang zum Tank geleitet, sondern zunächst innerhalb der Pumpe rückgeführt und sofort wieder komprimiert. Dieser Teil des Mediums belastet somit nicht mehr den Wärmehaushalt im Tank, wodurch sich erhebliche Einsparungen am Kühlsystem ergeben. Der Aufbau der Pumpenanordnung, insbesondere das Sicherheits-Wegeventil gemäß DE 44 01 074 A1 bzw. der Kühlstrom der Hochdruckpumpe gemäß DE 41 26 640 A1 kann dabei

weiterhin weitgehend unverändert und ohne funktionelle Beeinträchtigung beibehalten werden. Weil das Triebwerk der Pumpe weiterhin durch einen Ölstrom gekühlt wird, wirkt sich die höhere Eingangstemperatur des zu verdichtenden Druckfluids nicht nachteilig auf den Betrieb der Hochdruckpumpe aus, wobei zusätzlich durch geeignete Formgebung der einzelnen Komponenten der Hochdruckpumpe dafür gesorgt werden kann, daß eine gute Wärmeableitung bzw. Wärmeabstrahlung von der Hochdruckpumpe gegeben ist. Dabei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, daß die rückgeführte Menge an thermisch belastetem Druckfluid gleichzeitig beispielsweise durch geschickte Einleitung in den Saugtrakt dazu genutzt werden kann, die Antriebsleistung der Niederdruck-Speisepumpe zu reduzieren. Dies gelingt beispielsweise dann, wenn die Einleitung des rückgeführten Druckfluids ähnlich dem Prinzip einer Strahlpumpe erfolgt, wie sie z. B. bei Zumscheinrichtungen in Feuerlöschanlagen Verwendung finden. Ein weiterer besonderer Vorteil ist darin zu sehen, daß sich mit der erfindungsgemäßen Umgestaltung des Druckfluid-Speisesystems gleichzeitig eine schnellere Erwärmung des Hochdrucksystems einstellt, was insbesondere bei niedrigen Außentemperaturen, bei denen das Kraftfahrzeug betrieben wird, von besonderem Vorteil ist. Schließlich ergibt sich ein weiterer Vorteil hinsichtlich der energetischen Optimierung des Systems dadurch, daß die Temperatur in der gemeinsamen Hochdruckleitung (Common-Rail) und damit die Temperatur des Leckage-Druckfluids höher ist als bislang, so daß bei Verwendung eines Kühlers in der Ablaufleitung zum Tank höhere Kühlungs-Wirkungsgrade aufgrund der größeren Temperaturdifferenz erzielbar sind.

Der erfindungsgemäße Aufbau des Druckfluid-Speisesystems ist für verschiedene Varianten der Druckfluidversorgung anwendbar. So kann nach wie vor – gemäß der Weiterbildung des Patentanspruchs 2 – zum Absperren der Verbindung zwischen der Niederdruck-Speisepumpe und der Hochdruckstufe ein Wegeventil vorgesehen sein, mit dem die Betriebssicherheit der Anlagekomponenten bei Fehlfunktion der Niederdruck-Speisepumpe erhöht wird.

In diesem Fall ist es besonders vorteilhaft, die Einspeisung des über die Rückströmleitung abgedrosselten Druckfluids und/oder des abströmenden Kühlölstroms über das Wegeventil vorzunehmen. Dem Wegeventil wird damit eine Doppelfunktion übertragen, und es wird sichergestellt, daß beim Schließen des Wegeventils die Druckfluidmenge, die von der Hochdruckpumpe angesaugt werden kann, nach wie vor auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Druckfluid-Speisesystems ist für Hochdruckpumpen mit konstantem Verdrängungsvolumen gleichermaßen anwendbar wie für Hochdruckpumpen mit verstellbarer Fördermenge und Saugdrossel-Steuerung. Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Druckfluid-Speisesystems unter Verwendung einer Hochdruckpumpe mit konstantem Verdrängungsvolumen ist Gegenstand des Patentanspruchs 4.

Wenn das Druckbegrenzungsventil in das Pumpengehäuse integriert ist, ist es von Vorteil, die Rückströmleitung des Druckbegrenzungsventils direkt über das Wegeventil zu führen. Bei geöffnetem Wegeventil wird somit der abgedrosselte, thermisch belastete Kraftstoff in den separaten Saugraum stromab des Wegeventils eingespeist und der Kompression durch die Hochdruckpumpe zugeführt. Es genügen hierzu – wie im Patentanspruch 17 angegeben, geringfügige konstruktionstechnische Umbaumaßnahmen am Wegeventil, um die Doppelfunktion des Ventils sicherzustellen.

Es ist jedoch auch möglich, das Druckbegrenzungsventil entsprechend Patentanspruch 6 – außerhalb des Gehäuses

des Pumpenaggregats in gemeinsamen Hochdruckleitung zu montieren, und in diesem Fall lediglich den vom Pumpenaggregat abströmenden Kühlmittelstrom über das Wegeventil zu führen. Dies hat den Vorteil, daß an der Pumpe kein Rücklaufanschluß mehr erforderlich ist. Gleichzeitig wird die Zulaufmenge von der Niederdruck-Speisepumpe und damit deren Leistungsaufnahme reduziert. Der Wärmehaushalt des Kraftstoffs bleibt dabei nach wie vor verbessert. Weil gemäß dieser Variante die Abdrösselmenge des Druckfluids vom Druckbegrenzungsventil und die Leckage der Einspritzventile zusammengefaßt werden können, ergeben sich in der zum Tank strömenden Ablaufleitung höhere Temperaturen, wodurch der Kühl-Wirkungsgrad der dann ggfs. in die Ablaufleitung eingesetzten Kühler angehoben werden kann. Die Kühlung erfolgt effektiver.

Das Wegeventil kann nach wie vor mit vergleichbaren Funktionen ausgestattet werden, wie es bei der Pumpenanordnung gemäß DE 44 01 074 A1 der Fall ist. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Wegeventils sind Gegenstand der Ansprüche 7 bis 16.

Wenn das Pumpengehäuse der Hochdruckpumpe auch das Gehäuse für das Wegeventil ist, so ergibt sich eine unmittelbare örtliche Zuordnung zwischen Wegeventil und Hochdruckpumpe. Damit kann das Volumen des Speisetrakts der Hochdruckpumpe, das von dieser nach der Unterbrechung der Verbindung zur Niederdruck-Speisepumpe noch leer gesaugt werden kann, sehr klein gehalten werden.

Die Weiterbildung gemäß Patentanspruch 9 hat den Vorteil, daß das Wegeventil unter Wirkung der Rückstellkraft automatisch eine Sperrstellung einnimmt, wenn der Speisedruck abfällt.

Gemäß Patentanspruch 12 wird das Wegeventil, mit dem die Verbindung zwischen der Niederdruck-Speisepumpe und der Hochdruckpumpe abgesperrt werden kann, auch dazu benutzt, um den Innenraum der Hochdruckpumpe vom Eingang in den Verdrängerraum abzusperren. Es ist also insgesamt nur ein einziges Ventil notwendig, um die verschiedenen Verbindungen unterbrechen zu können.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn der Druck im Innenraum der Hochdruckpumpe geringer als der Speisedruck gehalten ist, was Gegenstand des Patentanspruchs 14 ist. Auf diese Weise ist eine definierte Fließrichtung des Druckfluids vorhanden, und es ist sichergestellt, daß kein eventuell mit festen Partikeln verunreinigter Kraftstoff aus dem Innenraum in den Verdrängerraum eines Pumpenkolbens gelangt. Der Druckabfall zwischen dem Speisetrakt, zwischen der Niederdruck-Speisepumpe und der Hochdruckpumpe und dem Innenraum kann z. B. durch eine Drossel in der Verbindung zwischen dem Speisetrakt und dem Innenraum hergestellt werden. Auch mit einem Rückschlagventil läßt sich unter Ausnutzung von dessen Funktion als Druckdifferenzventil ein Druckabfall zwischen dem Speisetrakt und dem Innenraum erzeugen. Wenn ein solcher Druckabfall vorhanden ist, so ist im Sinne einer einfachen Bauweise vorteilhafterweise gemäß Patentanspruch 14 das Ventilielglied des Wegeventils in Schließrichtung vom Druck im Innenraum beaufschlagbar. Der höhere Speisedruck kann das Wegeventil dann immer noch offen halten. Eine Trennung des Raumes auf der anderen Seite des Ventilielglieds vom Innenraum und eine separate Verbindung zur Rücklaufleitung ist dann nicht notwendig.

Wenn die Hochdruckpumpe von einer Pumpe mit verstellbarer Fördermenge (Patentanspruch 19) gebildet ist, erfolgt vorzugsweise die Einspeisung des thermisch belasteten Überschuß-Druckfluids stromauf des Drosselventils, das zur Drosselsteuerung der Fördermenge herangezogen wird. Bei dieser Variante kann ein Kraftstoffkühler in jedem Fall entfallen. Gleichzeitig verringert sich der Ölstrom, der vom

Kraftstofftank über einen vorhandenen Feinfilter zur Kraftstoffpumpe gefördert werden muß, erheblich.

Um die thermische Beanspruchung der Pumpe klein zu halten, wird gemäß Patentanspruch 20 vorzugsweise eine Spülölleitung stromab des Drosselventils abgezweigt, die über eine Drossel zum Pumpenaggregat geführt ist und deren Spülöl nach dem Durchströmen des Pumpenaggregats dem Saugbereich der Niederdruck-Speisepumpe rückgeführt wird.

Wenn die Rückführung des Spülöls gemäß Patentanspruch 21 derart erfolgt, daß sie in die Saugleitung der Niederdruck-Speisepumpe eingespeist wird, so ergibt sich der besondere Vorteil, daß überhaupt keine Rücklaufleitung zum Tank mehr erforderlich ist.

Wenn das Wegeventil gemäß Patentanspruch 25 eine NOT-AUS-Schaltstellung hat, so kann der erforderliche Speisedruck für die Pumpe herabgesetzt werden. Wenn beispielsweise ein einfacher Schaltmagnet verwendet wird, kann der Speisedruck etwa halbiert werden.

Vorzugsweise wird die NOT-AUS-Schaltstellung mittels eines Elektromagneten gehalten, der der Druckkraft des auf den Ventilkörper einwirkenden Niederdrucks entgegenwirkt.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Hydraulik-Schaltkreises zur Realisierung einer ersten Ausführungsform des Druckfluid-Speisesystems der vorliegenden Erfindung;

**Fig. 2** in einer der **Fig. 1** entsprechenden Prinzip-Darstellung den Schaltkreis einer zweiten Ausführungsform der Erfindung; und

**Fig. 3 bis Fig. 5** Schaltbilder zur Verdeutlichung weiterer Ausführungsformen der Erfindung, wobei in diesem Fall Hochdruckstufen verwendet werden, die eine Pumpe mit verstellbarer Fördermenge und Saugdrosselsteuerung beinhalten.

In den Figuren sind diejenigen Komponenten, die den Bauteilen bereits beschriebener Varianten, wie z. B. den Bauteilen der Pumpenanordnung gemäß **Fig. 6** entsprechen, mit ähnlichen Bezugszeichen versehen, denen jedoch die Ziffern "1" bis "5" vorangestellt sind.

Das Druckfluid-Speisesystem gemäß **Fig. 1**, welches zur Versorgung einer gemeinsamen Hochdruckleitung **159**, d. h. der Common-Rail mit einer Vielzahl von Einspritzdüsen **184** dient, hat eine Niederdruck-Speisepumpe **110**, die Fluid, d. h. Kraftstoff und im einzelnen Diesel-Kraftstoff aus einem Tank **112** ansaugt. Hierzu ist ein Antriebsmotor **111** in Form eines kleinen Elektromotors vorgesehen. In der Leitung **113** herrscht somit bei Betrieb der Niederdruck-Speisepumpe **110** ein Speisedruck von beispielsweise 1 bar Überdruck, der durch ein Druckbegrenzungsventil **185** einstellbar ist. Die Versorgung der Saugleitung **155** der schematisch angedeuteten Hochdruckpumpe **190** erfolgt über ein Wegeventil **171**, das im wesentlichen die Funktion des Wegeventils **71** der bekannten Pumpenanordnung nach **Fig. 6** hat, d. h. bei ausreichendem Förderdruck in der Leitung **113** geöffnet ist und darüber hinaus über eine Drosselstelle **176** und eine Axialbohrung **174** in der Lage ist, einen Innenraum **123** der Hochdruckpumpe **190** in einen Kühlölstrom mit der Zulaufleitung **186** und einer Ablaufleitung **187** einzubeziehen.

Die Wirkungsweise der Hochdruckpumpe entspricht derjenigen des vorstehend unter Bezugnahme auf die **Fig. 6** beschriebenen Pumpenaggregats, d. h. es ist ein Saugventil **150** und ein Druckventil **151** vorgesehen, über das die Common-Rail **159** gespeist wird. Die Hochdruck-Speiseleitung

in der Hochdruckpumpe mit **159a** bezeichnet. Das Gehäuse der Hochdruckpumpe **190** ist mit strichpunktierter Linie angedeutet, so daß es einen Sauganschluß **AS** und einen Hochdruckanschluß **AH** hat. Mit gestrichelten Linien sind die Saug- und Druckseiten der weiteren Verdränger der Hochdruckpumpe **190** angedeutet.

Der Druck in der Common-Rail **159** und damit der Druck in der Hochdruck-Speiseleitung **159a** wird durch das Druckbegrenzungsventil (DBE) **163** eingestellt, das elektromagnetisch verstellbar ist. Bei der gezeigten Ausführungsform befindet sich das DBE-Ventil **163** innerhalb der strichpunktierter Linie **120, 124**, die das Gehäuse der Hochdruckpumpe **190** andeutet. Die Abströmleitung des Druckbegrenzungsventils **163** ist mit **188** bezeichnet. Leckage-Druckfluid der einzelnen Einspritzdüsen **184** wird über eine gemeinsame Rückströmleitung **189** zum Tank **112** geführt.

Die Besonderheit der Ausgestaltung gemäß **Fig. 1** besteht darin, daß die Abströmleitung **188** des Druckbegrenzungsventils bzw. des DBE-Ventils **163** nicht direkt an den Tank angeschlossen ist, sondern innerhalb des Pumpengehäuses **120, 124** derart rezirkuliert wird, daß er so in einen separaten Saugraum stromab des Wegeventils **171** eingeleitet wird, daß er sofort wieder von der Hochdruckpumpe **190** komprimiert werden kann. Mit anderen Worten, die Abströmleitung **188** wird über das Wegeventil **171** mit einem Zulaufanschluß **188a** und einem Ablaufanschluß **188b** geführt und hinter dem Wegeventil **171** in die Saugleitung **155** eingespeist. Das über das DBE-Ventil **163** abgedrosselte Druckfluid, das aufgewärmt, d. h. thermisch belastet ist, belastet somit nicht mehr den Wärmehaushalt im Tank **112**. Eine Überhitzung des Triebwerks bzw. des Antriebsaggregats der Pumpe **190** kann dabei jedoch ausgeschlossen werden, weil die Pumpe **190** weiterhin über die Leitungen **186, 187** durch einen Ölstrom gekühlt wird. Im übrigen können die mit dem wärmeren Kraftstoff durchflossenen Partien so gestaltet werden, daß eine gute Wärmeableitung bzw. Wärmeabstrahlung gegeben ist.

**Fig. 1** zeigt die Stellung eines Steuerkolbens **172** des Wegeventils **171** im geschlossenen Zustand des Ventils, d. h. für den Fall, daß der Druck in der Speiseleitung **113** zu gering ist, um das Ventil **171** zu öffnen. In dieser Schalestellung ist auch der Zulaufanschluß **188a** vom Ablaufanschluß **188b** getrennt. Wenn die Niederdruck-Speisepumpe **110** Fluid, d. h. Kraftstoff fördert, wird der Steuerkolben **172** entgegen der Kraft einer Feder **173** gemäß **Fig. 1** nach oben verschoben, wodurch das Ventil **171** geöffnet wird.

Der Steuerkolben **172** hat eine weitere Steuerkante in Form einer ringförmigen Eindrehung **191**, die bei Verschiebung des Steuerkolbens **172** gemäß **Fig. 1** nach oben in Fluchtung mit den Anschlüssen **188a** und **188b** gebracht wird, so daß es gelingt, den über das DBE-Ventil **163** abgedrosselten erwärmten Kraftstoff über das Wegeventil **171** in die Saugleitung **155** einzuspeisen. Dabei kann durch eine geeignete Einleitung der Abströmleitung **188** in den Saugtrakt **155** der Hochdruckpumpe **190** der Effekt ähnlich einer Strahlpumpe (vgl. Beschreibung der Strahlpumpe bzw. einer Wasserstrahl-Luftpumpe in "Willi Bohl: Technische Strömungslehre" insbesondere Bild 4.15) erzielt werden, wodurch es gelingt, die Antriebsleistung der Niederdruck-Speisepumpe **110** zu verringern. Weil das Wegeventil **171** im geschlossenen Zustand ebenfalls die Abströmleitung **188** sperrt, wird nach wie vor bei Ausfall der Niederdruck-Speisepumpe **110** dafür gesorgt, daß das von der Hochdruckpumpe **190** zirkulierte Fluid ein minimales Volumen hat.

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, daß durch die Wiedereinspeisung des erwärmten, d. h. thermisch belasteten, abgedrosselten Druckfluids über die Abströmleitung **188** eine höhere Temperatur des Druckfluids in der

Common-Rail erreicht wird, was in kürzerer Zeit, was sich für die Betriebsweise der Einspritzanlage bei tiefen Außentemperaturen als vorteilhaft erweist. Mit dieser höheren Temperatur der Common-Rail steigt auch die Temperatur des Leckagefluids in der Rückströmleitung 189. Wenn in dieser Leitung somit ein Kühler 192 eingebaut wird, so kann dieser mit höheren Temperaturdifferenzen arbeiten und somit mit einem besseren thermischen Wirkungsgrad betrieben werden. Das System wird damit thermisch weiter optimiert.

Eine weitere Variante des Druckfluid-Speisesystems ist in Fig. 2 gezeigt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Variante gemäß Fig. 1 dadurch, daß eine andere Art der Rezirkulierung einer Teilströmung von thermisch belastetem Druckfluid zur Saugseite der Hochdruckpumpe gewählt wird. Im einzelnen ist hier das Druckbegrenzungsventil 263 nicht mehr in das Pumpengehäuse 220, 224 integriert, sondern in die gemeinsame Hochdruckleitung, d. h. in die Common-Rail 259. Rezirkuliert wird hingegen der durch die Hochdruckpumpe 290 laufende Kühlölstrom, d. h. das Fluid in der Ablaufleitung 287, die jetzt gegebenenfalls über einen Filter 287a zum Anschluß 288a geführt ist. Das Wegeventil 271 ist ansonsten identisch mit dem Ventil 171 der Ausführungsform nach Fig. 1 ausgebildet. Eine Besonderheit besteht noch darin, daß ein NOT-AUS-Magnet 293 vorgesehen ist, der es erlaubt, die Kraft der Vorspannfeder 273 so zu verringern, daß der erforderliche Speisedruck in der Leitung 213 in etwa halbiert werden kann. Das Druckbegrenzungsventil 285 ist entsprechend abgeändert, d. h. mit einer anderen Feder ausgestattet.

Die über das Druckbegrenzungsventil 263 abgedrosselte Druckfluidmenge wird der Rückströmleitung 289 stromauf eines Kühlers 292 zuge speist. Somit werden die Abdrasselmenge des DBE-Ventils und die heiße Leckagemenge der Einspritzdüsen 284 stromauf des Kühlers 292 zusammengefaßt, wodurch sich erneut die Möglichkeit einer effektiveren Kühlung ergibt.

Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ergibt sich somit eine Verbesserung des Wärmehaushalts des Kraftstoffs. Von zusätzlichem Vorteil ist dabei, daß an der Pumpe 190 kein Rücklaufanschluß mehr erforderlich ist. Die Leistungsaufnahme der Vorförderpumpe, d. h. der Niederdruck-Speisepumpe 210 kann durch die Rezirkulierung des Kühlölstroms über die Leitung 287 kleiner gehalten werden.

Vorstehend wurde die Erfindung bei Pumpenanordnungen mit Hochdruckpumpen 190, 290 mit konstantem Fördervolumen beschrieben. Es ist jedoch klar, daß das erfindungsgemäße Prinzip nicht auf derartige Anordnungen beschränkt ist. Im folgenden werden Ausführungsbeispiele beschrieben, die mit Hochdruckpumpen arbeiten, deren Fördermenge verstellbar ist.

Der Hochdruckpumpe 390 gemäß Fig. 3 ist ein Drosselventil 394 vorgeschaltet, so daß die Hochdruckpumpe mit einer Saugdrossel-Steuerung betrieben werden kann. Das Drosselventil 394 ist beispielsweise als stetig verstellbares Wegeventil ausgeführt, welches gegen die Kraft einer Rückstellfeder elektrisch verstellbar ist. Die Speisung der Hochdruckpumpe 390 erfolgt durch eine Niederdruckspeisepumpe 310, wobei zwischen der Niederdruck-Speisepumpe 310 und dem Drosselventil 394 ein Filter 395 vorgesehen ist.

Zur energetischen Optimierung bzw. zur Verringerung der thermischen Belastung der Tankanlage wird bei dieser Variante das heiße Leckagefluid der Einspritzdüsen 384 über die Rückströmleitung 389 rezirkuliert, d. h. in die Speiseleitung 313 stromauf des Filters 395 eingespeist. Von der Speiseleitung 313 zweigt eine Spülölleitung 396 ab, die über eine Drossel 397 zum Pumpenaggregat der Hochdruck-

pumpe 390 geführt ist. Die Ablaufleitung 387 ist zum Tank 312 geführt. Man erkennt, daß hier ein Kraftstoffkühler entfallen kann. Der Ölstrom, der vom Kraftstofftank 312 über einen nicht dargestellten Feinfilter zur Niederdruck-Speisepumpe 310 gefördert werden muß, ist erheblich verringert.

Wenn das System gemäß Fig. 3 im Hochdruckbereich durch ein Druckregelventil abgesichert werden soll, so ist es von Vorteil, den abgedrosselten Volumenstrom eines solchen Druckregelventils gemeinsam mit dem Leckageöl der Einspritzdüsen 384 wieder in den Niederdruckkreis einzuspeisen. Dies ist mit den gestrichelten Linien in Fig. 3 angedeutet. Das Druckregelventil ist mit 398 bezeichnet, und man erkennt, daß die Abströmleitung 388 mit der Rückströmleitung 389 zusammengelegt ist. Die Variante gemäß Fig. 4 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Fig. 3 im wesentlichen nur dadurch, daß die Ablaufleitung 487 für das Spülöl nicht zum Tank 412, sondern zur Saugleitung 499 der Niederdruck-Speisepumpe 410 geführt ist. Dies hat den Vorteil, daß keine Rücklaufleitung zum Tank 412 mehr erforderlich ist. Ansonsten können die Komponenten der Ausgestaltung gemäß Fig. 3 verwendet werden, deren Beschreibung hier zur Vermeidung von Wiederholungen weggelassen wird.

Entsprechendes gilt für die Ausführungsform nach Fig. 5, die derjenigen der Fig. 3 ebenfalls weitgehend entspricht. Lediglich der Antrieb für die Niederdruck-Speisepumpe 510 ist variiert. Es versteht sich, daß die Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 auch mit einem Druckregelventil im Hochdruckbereich des Druckfluid-Speisesystems ähnlich dem Druckregelventil 389 der Ausführungsform nach Fig. 3 ausgestattet werden können.

Selbstverständlich sind Abweichungen von den zuvor beschriebenen Ausführungsformen möglich, ohne den Gedankengang der Erfindung zu verlassen. Während bei den beschriebenen Ausführungsformen entweder die Rückströmleitung der Leckage- und/oder der Druckbegrenzungseinrichtung oder der vom Pumpenaggregat abströmende Kühlölstrom zumindest teilweise zur Saugseite der Hochdruckpumpe stromab der Niederdruck-Speisepumpe rezirkuliert wird, kann selbstverständlich auch dafür Sorge getragen sein, daß sowohl Fluid aus der Rückströmleitung als auch der vom Pumpenaggregat abströmende Kühlölstrom vollständig oder zumindest teilweise zur Saugseite der Hochdruckpumpe zurückgeführt werden.

Die Erfindung schafft somit ein Druckfluid-Speisesystem, insbesondere für die Versorgung von Hochdruck-Sammelleitungen (Common-Rail-Systeme) beispielsweise von Einspritzanlagen für Brennkraftmaschinen, wobei eine von einer Niederdruck-Speisepumpe versorgte Hochdruckstufe vorgesehen ist. Die Überschuß-Druckfluidmenge der Hochdruckstufe wird mittels einer Leckage- und/oder Druckbegrenzungseinrichtung in eine Rückströmleitung abgedrosselt. Gleichzeitig wird das Pumpenaggregat in einen Kühlölstrom einbezogen. Zur energetischen Optimierung des Druckfluid-Speisesystems wird die Rückströmleitung und/oder der vom Pumpenaggregat abströmende Kühlölstrom zumindest teilweise wieder in die Saugseite der Hochdruckpumpe stromab der Niederdruck-Speisepumpe eingespeist. Es ergibt sich eine wesentlich geringere Wärmebelastung des Kraftstoffsystems und gleichzeitig eine schnellere Erwärmung des Hochdrucksystems bei niedrigen Außentemperaturen.

#### Patentansprüche

1. Druckfluid-Speisesystem, insbesondere für die Versorgung von Hochdruck-Sammelleitungen (Common-Rail-Systemen) wie z. B. von Einspritzanlagen für

Brennkraftmaschinen, die von einer Niederdruck-Speisepumpe versorgten Hochdruckstufe, deren Überschuß-Druckfluidmenge mittels einer Leckage- und/oder Druckfluidbegrenzungseinrichtung in eine Rückströmleitung (188; 189; 288; 289; 388; 389; 489; 589) abdrosselbar ist und deren Pumpenaggregat (190; 290; 390; 490; 590) in einen Kühlölstrom (186; 187; 286; 287; 396; 397; 387; 496; 497; 487; 596; 597; 587) einbezogen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rückströmleitung (188; 189; 288; 289; 388; 389; 489; 589) und/oder der vom Pumpenaggregat (190; 290; 390; 490; 590) abströmende Kühlölstrom (287) zumindest teilweise in die Saugseite (155; 255; 355; 455; 555) der Hochdruckpumpe (190; 290; 390; 490; 590) stromab der Niederdruck-Speisepumpe (110; 210; 310; 410; 510) einspeisbar ist.

2. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Absperrn der Verbindung zwischen der Niederdruck-Speisepumpe (110; 210; 310; 410; 510) und der Hochdruckstufe (190; 290; 390; 490; 590) ein Wegeventil (171; 271; 394; 494; 595) angeordnet ist.

3. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspeisung des über die Rückströmleitung (188; 189; 288; 289) abgedrosselten Druckfluids und/oder des abströmenden Kühlölstroms (287) über das Wegeventil (171; 271) erfolgt (Fig. 1 und Fig. 2).

4. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe eine Pumpe (190; 290) mit konstantem Verdrängungsvolumen ist, und daß in der Hochdruckstufe ein Druckbegrenzungsventil (DBE) (163; 263) vorgesehen ist, das vorzugsweise stufenlos und elektrisch einstellbar ist und über das die Überschuß-Druckfluidmenge abdrosselbar ist.

5. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckbegrenzungsventil (163) in das Pumpengehäuse (120; 124) integriert ist, und daß die Rückströmleitung (188) über das Wegeventil (171) geführt ist. (Fig. 1).

6. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckbegrenzungsventil (263) außerhalb des Gehäuses (220; 224) des Pumpentriebwertes in der gemeinsamen Hochdruckleitung (Common Rail 259) montiert ist, und daß der vom Pumpentriebwerk (290) abströmende Kühlmittelstrom (287) über das Wegeventil (271) geführt ist. (Fig. 2).

7. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegeventil (171; 271) ein verstellbares Ventillglied (172; 272) besitzt, das in eine Richtung von einem Federelement (173; 273) beaufschlagt ist.

8. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Pumpengehäuse (120; 220) der Hochdruckpumpe auch das Gehäuse für das Wegeventil (171; 273) ist.

9. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegeventil (171; 271) ein in einer Ventilbohrung axial bewegliches Ventillglied (172; 272) aufweist, das gegen eine Rückstellkraft in Öffnungsrichtung vom Speisedruck beaufschlagbar ist.

10. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß von der Niederdruckspeisepumpe (110; 210) her der Zufluß zum Wegeventil (171; 271) axial in die Ventilbohrung und zum Ventillglied (172; 272) erfolgt und daß ein Saugkanal (155; 255) der Hochdruckpumpe (190; 290) am Mantel der Ventil-

bohrung von dieser geht.

11. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in die Ventilbohrung ein Anschlußstutzen eingesetzt ist und daß der Anschlußstutzen mit seinem einen Ende einen Anschlag für das Ventillglied (172; 272) in Schließrichtung bildet.

12. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe (190; 290) eine Kolbenpumpe mit zumindest einem Pumpenkolben, durch den das Volumen eines Verdrängerraums veränderbar ist, und mit einem sich in einem Innenraum befindlichen Hubelement, insbesondere eine Radialkolbenpumpe mit zumindest einem vorzugsweise innen an einer drehbar antreibbaren Exzenterwelle abstützbaren Radialkolben ist, daß von der Niederdruckspeisepumpe (110; 210) geförderte Überschuß Fluidmenge über den Innenraum ableitbar ist und daß der Innenraum durch ein Ventil (171; 271) zum Eingang in den Verdrängerraum hin absperrbar ist.

13. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum vor dem Wegeventil (171; 271) an die Verbindungsleitung (113; 155; 213; 255) zwischen Niederdruckspeisepumpe (110; 210) und Hochdruckpumpe (190; 290) angeschlossen ist und durch das Wegeventil (171; 271) zum Eingang in den Verdrängerraum absperrbar ist.

14. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (176; 276) zur Reduzierung des Druckes im Innenraum gegenüber dem Speisedruck vorgesehen sind, und daß das Ventillglied (172; 272) des Wegeventils (171; 271) in Schließrichtung vom Druck im Innenraum beaufschlagbar ist.

15. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Reduzierung des Druckes im Innenraum durch eine Drossel (176; 276) gebildet sind.

16. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum durch das Ventillglied (172; 272) des Wegeventils (171; 271) hindurch an die Verbindungsleitung (113; 155; 213; 255) zwischen Niederdruckspeisepumpe (110; 210) und Hochdruckpumpe (190; 290) angeschlossen ist.

17. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 9 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventillglied (172; 272) für das zur Saugseite der Hochdruckpumpe (190; 290) einzuspeisende thermisch belastete Druckfluid (DT) eine zusätzliche Steuerkante (191; 291) hat, die zusammen mit der Steuerkante für die von der Speisepumpe (110; 210) kommende Druckleitung (113; 213) auf- und zusteuerbar ist.

18. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche Steuerkante (191; 291) von einer umlaufenden Eindrehung im Ventillglied (172; 272) gebildet ist, die im auf steuernden Zustand in Überdeckung mit einem Zulauf- (188a; 288a) und einem Ablaufanschluß (188b; 288b) für das thermisch belastete Druckfluid liegt.

19. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 1 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruckpumpe (390; 490; 590) von einer Pumpe mit verstellbarer Fördermenge, z. B. durch ein vorgeschaltetes Saug-Drosselventil (394; 494; 594) gebildet ist, und daß die Einspeisung des thermisch belasteten Überschuß-Druckfluids stromauf des Drosselventils (394; 494; 594) erfolgt.

20. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 19, da-



durch gekennzeichnet, daß das Fluid auf des Drosselventils (394; 494; 594) eine Spülölleitung (396; 496; 596), vorzugsweise noch vor der Einspeisung des thermisch belasteten Überschuß-Druckfluids, abzweigt, die über eine Drossel (397; 497; 597) zum Pumpentriebwerk (390; 490; 590) geführt ist und deren Spülöl nach dem Durchströmen des Pumpentriebwerks dem Saugbereich (312; 412; 499) der Niederdruck-Speisepumpe (310; 410; 510) rückgeführt ist.

21. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Spülöl in die Saugleitung (499) der Niederdruck-Speisepumpe (410) eingespeist wird.

22. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Leckagefluid der gemeinsame Hochdruckleitung (359) und/oder der davon versorgten Komponenten, wie z. B. der Einspritzdüsen (384) und das abströmende Überschuß-Druckfluid eines Druckventils (398) stromab der Hochdruckpumpe (390) in einer gemeinsamen Rückströmleitung (389) zusammengefaßt sind.

23. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Druckventil ein Druckregelventil (398) und vorzugsweise in das Gehäuse (320; 324) der Hochdruckpumpe (390) integriert ist.

24. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselventil (394; 494; 594) ein stetig verstellbares Wegeventil ist.

25. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 2 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Wegeventil (271) eine NOT-AUS-Schaltstellung hat.

26. Druckfluid-Speisesystem nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die NOT-AUS-Schaltstellung mittels eines Elektromagneten (293) haltbar ist, der der Druckkraft des auf den Ventilkörper (272) einwirkenden Niederdrucks entgegenwirkt.

27. Druckfluid-Speisesystem nach einem der Ansprüche 2 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß das rückgeführte, thermisch belastete Fluid über eine Filtereinrichtung (287a) geführt ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65



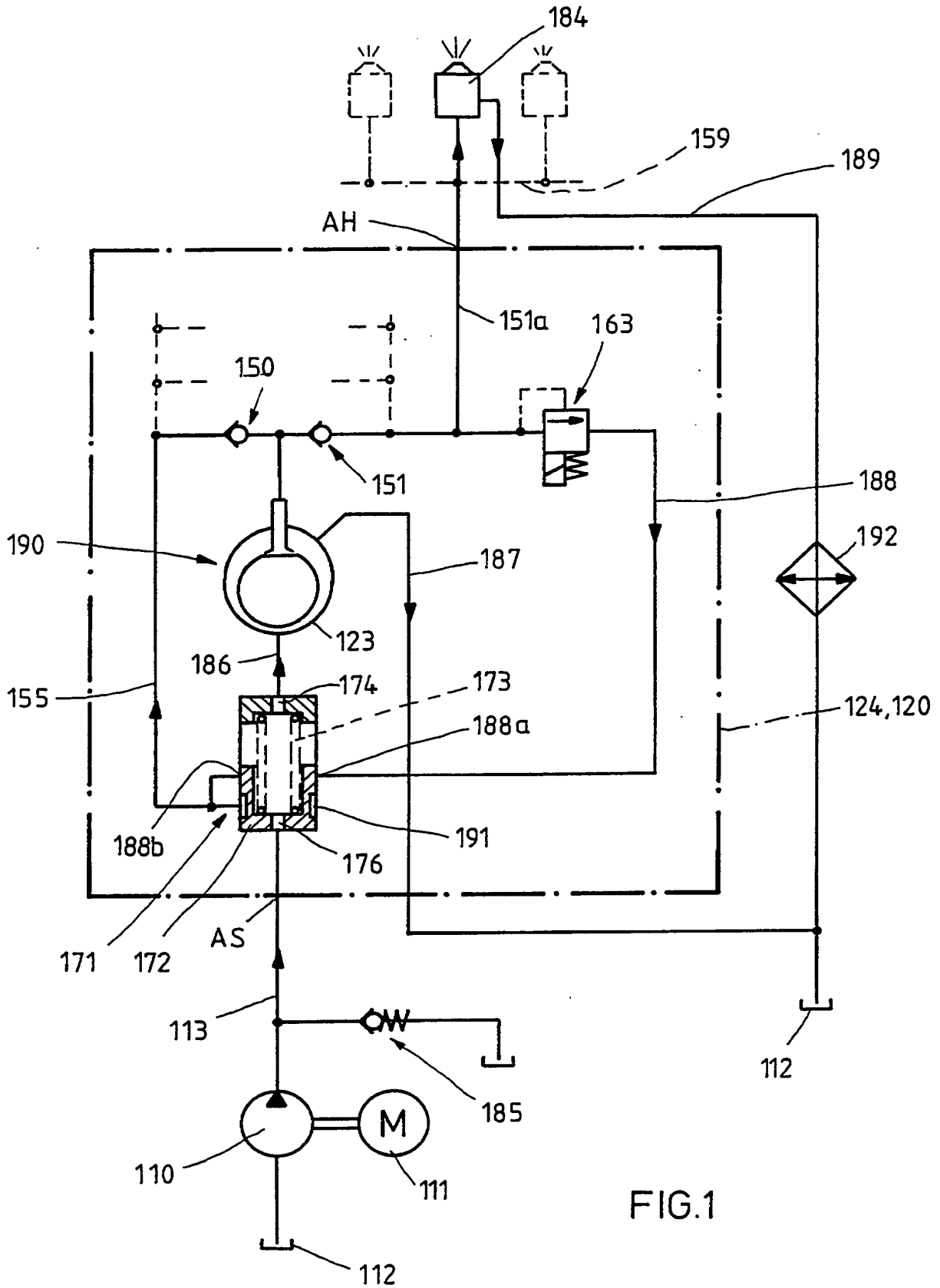


FIG.1

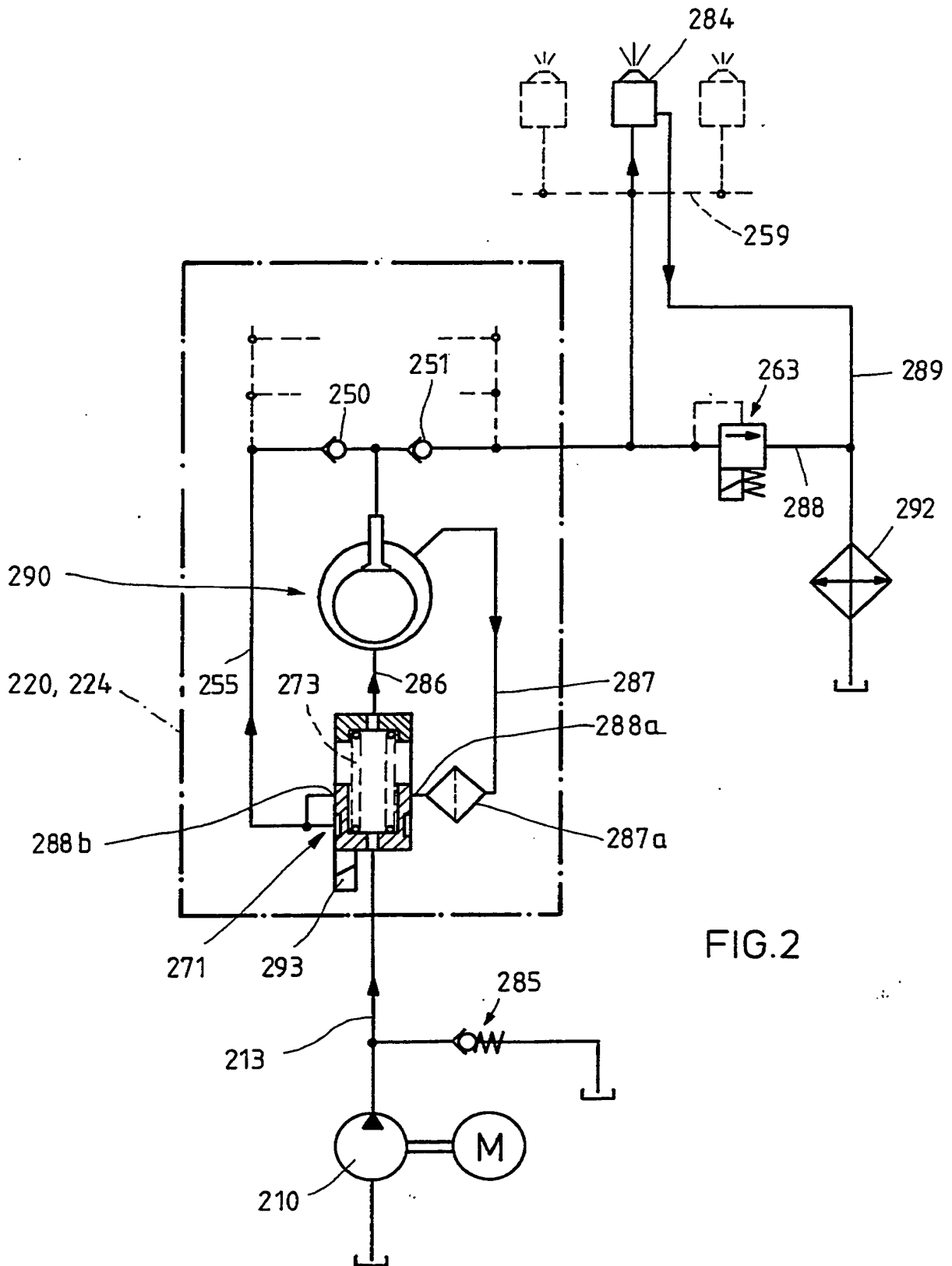
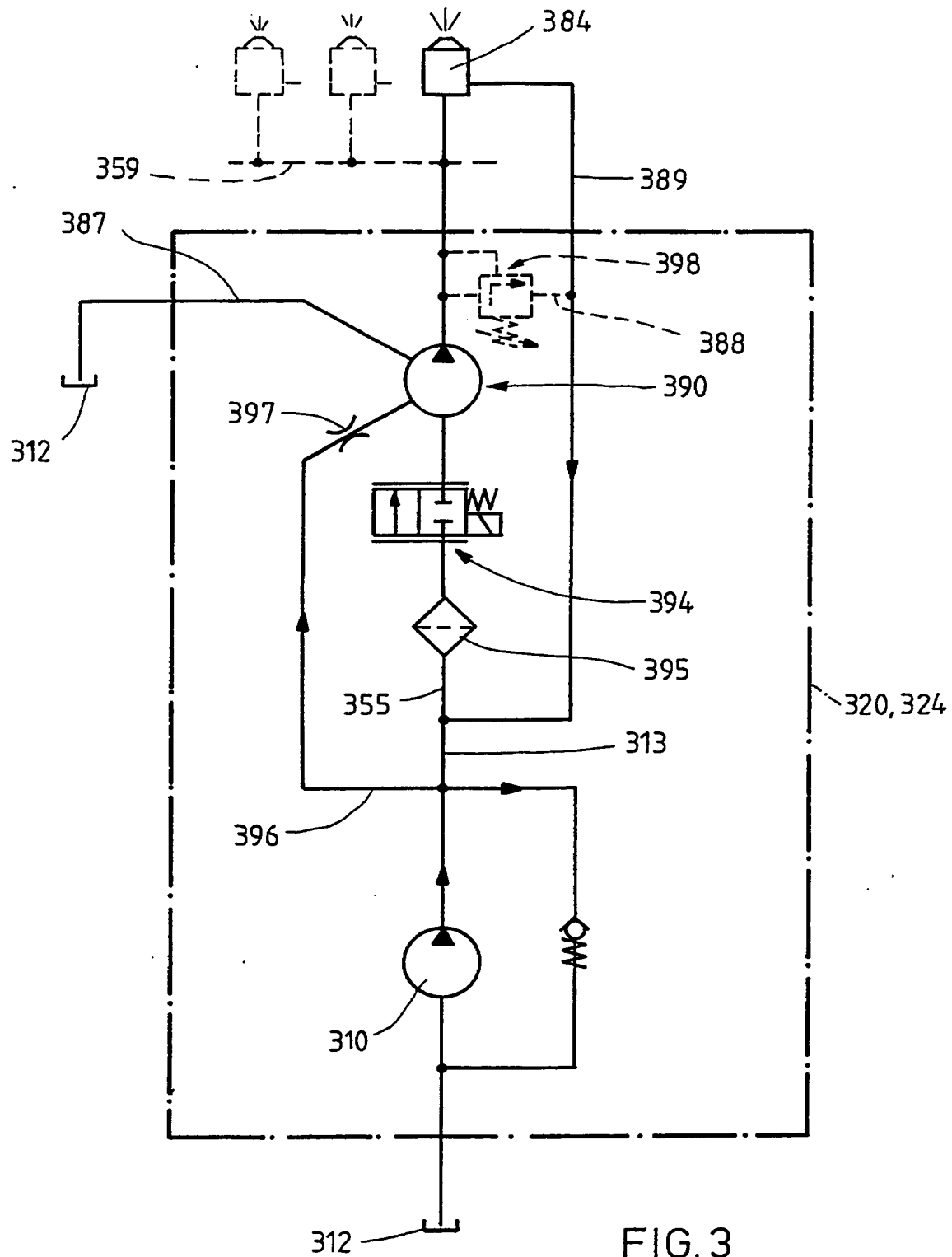


FIG.2



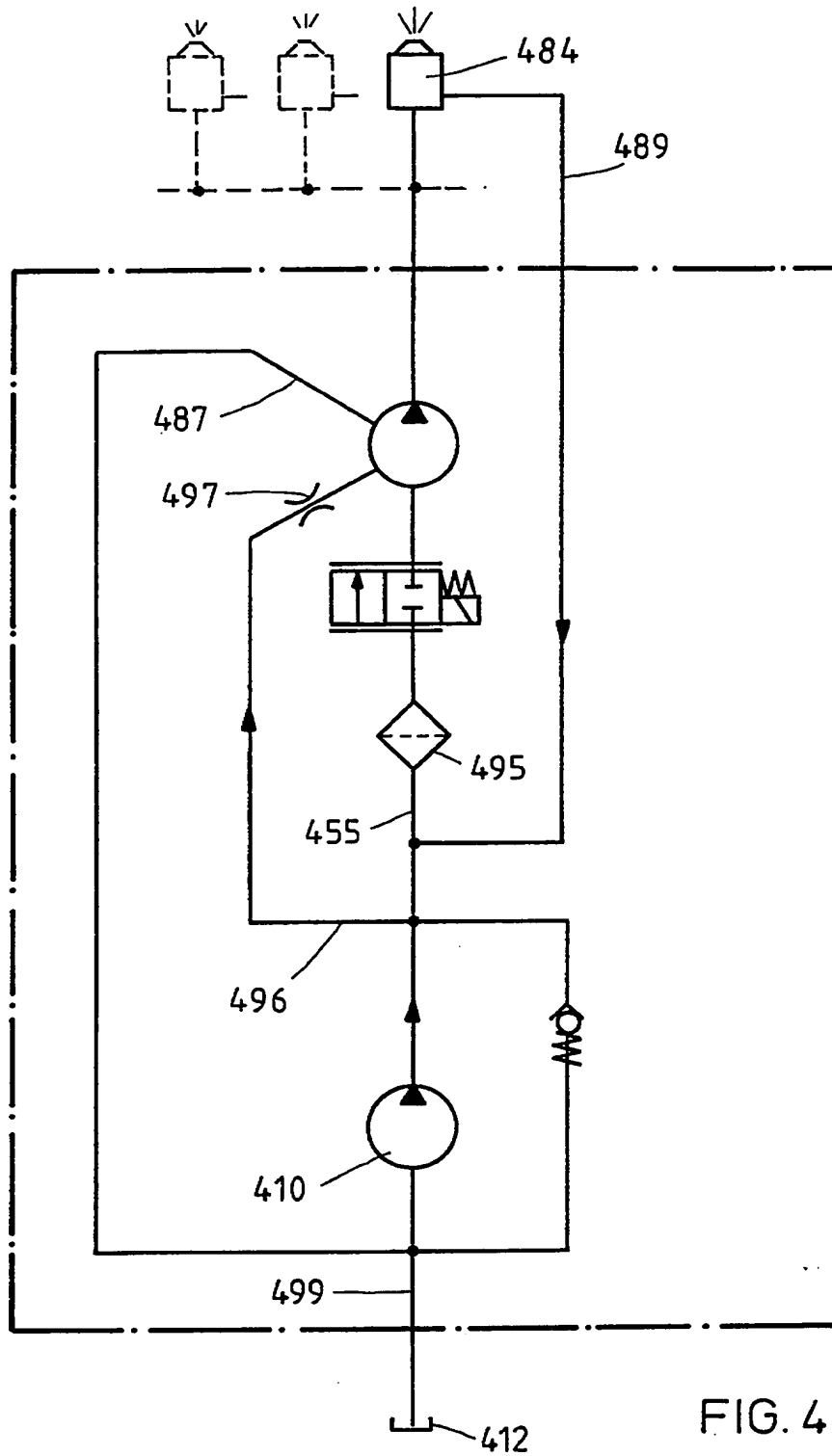


FIG. 4

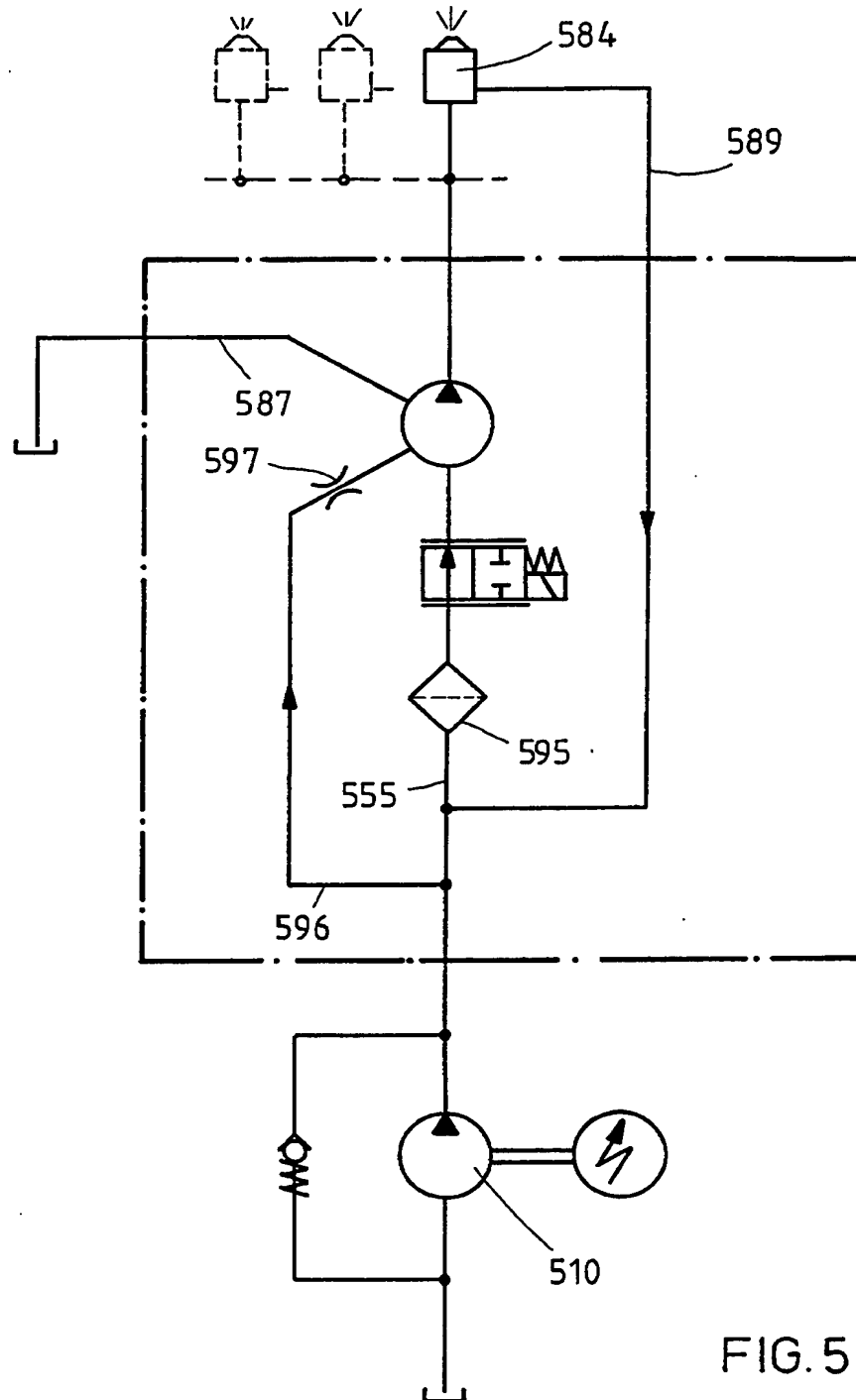
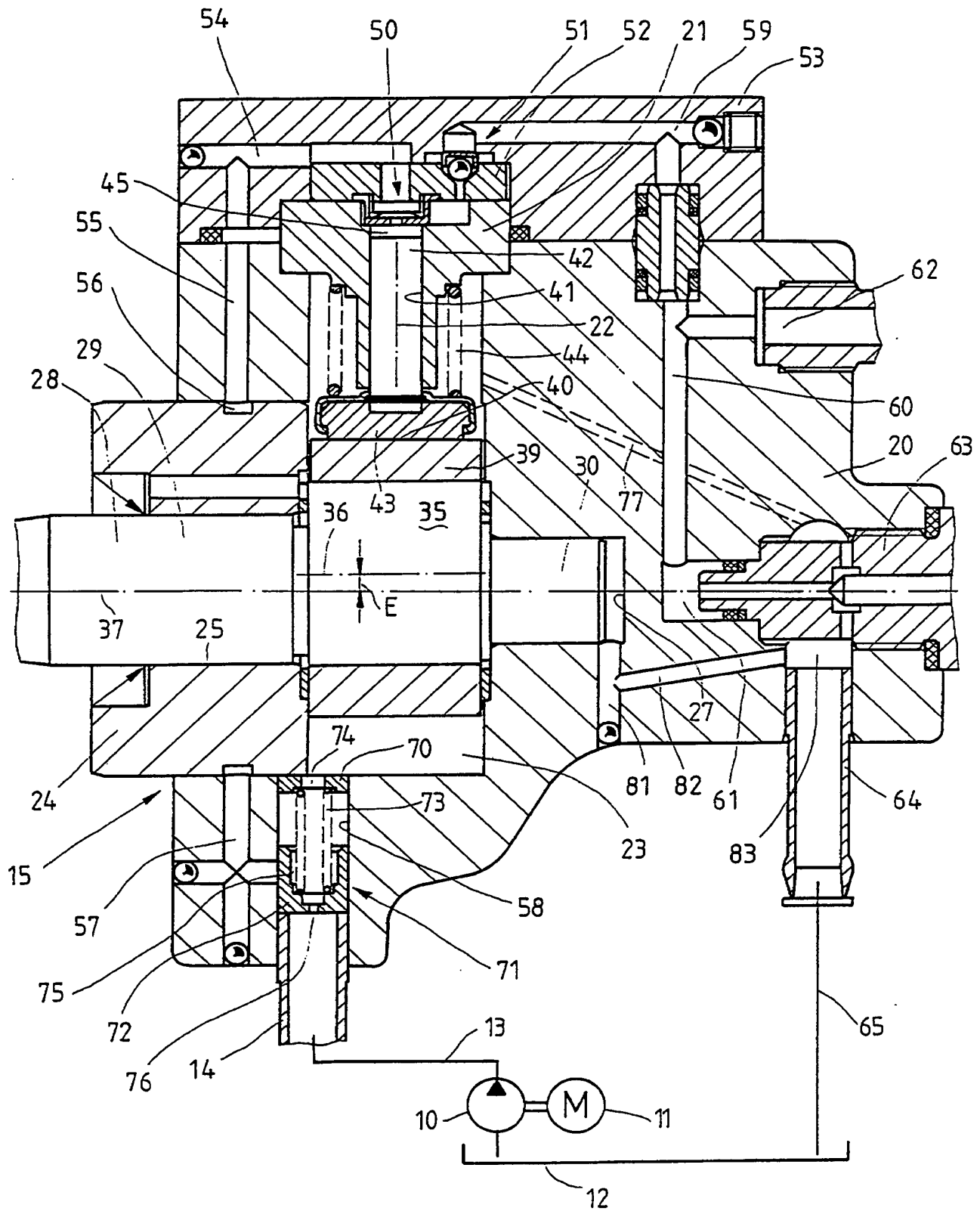


FIG. 5

FIG. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☒ OTHER: hole punched over text

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**